



DE3925843

Biblio Desc Claims Page 1 Drawing



## Transmitting data telegrams between two stations - forming transmit packs of one or several telegrams and adding synchronising telegrams

Patent Number: DE3925843  
Publication date: 1991-02-14  
Inventor(s): KREIS OSKAR DIPL ING (DE); STAHL ULRICH DIPL ING (DE)  
Applicant(s):: ASEA BROWN BOVERI (DE)  
Requested Patent: ☐ DE3925843  
Application Number: DE19893925843 19890804  
Priority Number(s): DE19893925843 19890804  
IPC Classification: H04L1/12 ; H04L5/14 ; H04L12/02 ; H04L29/06 ; H04L29/14  
EC Classification: H04L29/06  
Equivalents:

### Abstract

The data telegrams are transmitted between two stations over a transmission path by a transceiver for simultaneous operation in both directions. After a transmission interference, synchronisation telegrams are used for correct sequential resuming of the data telegram exchange. Packs are formed for the transmission, contg. one or several telegrams, i.e. data, synchronisation telegrams or a sequence of such telegrams. If necessary, synchronisation telegrams are inserted into a pack whose transmission has not been terminated. The pack is pref. formed, using a sequential characteristic set in the telegrams with the exception of the last one.  
ADVANTAGE - Improved transmission with reduced faults.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

①9 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift

⑪ DE 3925843 A1

⑳ Aktenzeichen: P 39 25 843.2

㉑ Anmeldetag: 4. 8. 89

㉒ Offenlegungstag: 14. 2. 91

㉓ Int. Cl. 5:

H04L 5/14

H 04 L 1/12

H 04 L 29/06

H 04 L 29/14

H 04 L 12/02

DE 3925843 A1

㉔ Anmelder:

Asea Brown Boveri AG, 6800 Mannheim, DE

㉕ Erfinder:

Kreis, Oskar, Dipl.-Ing., 6830 Schwetzingen, DE;  
Stahl, Ulrich, Dipl.-Ing., 6700 Ludwigshafen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉖ Verfahren zur Übertragung von Datentelegrammen

Das Verfahren kann angewendet werden zur Übertragung von Datentelegrammen zwischen zwei Stationen, z. B. zwei Rechnern einer leittechnischen Einrichtung. Zur Steuerung des Ablaufs, und zwar zur folgerichtigen Übertragung von Datentelegrammen im Full-Duplex-Betrieb, auch bei Übertragungsstörungen, werden definierte Synchronisationstelegramme benutzt. Mehrere Datentelegramme werden als Paket übertragen, wobei erforderliche Synchronisationstelegramme in ein gerade gesendetes Paket von Datentelegrammen eingeschleust und in die Telegrammfolge eingebettet werden.

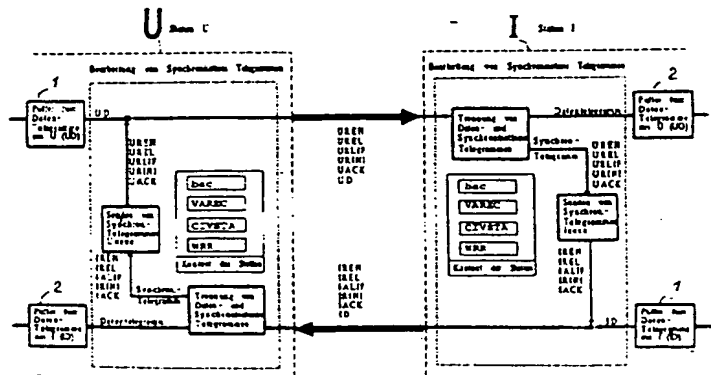


Fig 1

DE 3925843 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Übertragung von Datentelegrammen zwischen zwei Stationen über eine Übertragungsstrecke, die für ein gleichzeitiges Senden und Empfangen in beiden Richtungen eingerichtet ist, und wobei nach einer Übertragungsstörung eine folgerichtige Fortsetzung der Datenübertragung, anknüpfend an das zuletzt richtig übertragene Datentelegramm, erfolgt.

Ein solches Verfahren ist aus der DE-PS 34 15 936 bekannt. Bei diesem Verfahren wird eine folgerichtige Wiederaufnahme eines Austausches von Datentelegrammen dadurch bewirkt, daß die Station, die ein verfälschtes Datentelegramm empfängt, ein prüfbares Synchronisationstelegramm sendet, wobei die Synchronisationstelegramme einen Zählwert enthalten, der die Anzahl der von der jeweiligen Station seit der letzten Sendung eines Datentelegramms nacheinander gesendeten Synchronisationstelegramme angibt. Die Datentelegramme enthalten dagegen keine Zählwerte oder sonstige Kennung. Dadurch wird im fehlerfreien Fall eine effiziente Datenübertragung erreicht. Trotzdem besteht besonders für eine Anwendung in leitetechnischen Anlagen mit hohem Datenaufkommen Bedarf an einer weiteren Steigerung der Übertragungsleistung und an einer Ergänzung des Übertragungsprotokolls.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zur Übertragung von Datentelegrammen anzugeben.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Übertragung von Datentelegrammen in einer Übertragungseinrichtung zwischen zwei Stationen über eine Übertragungsstrecke, die für ein gleichzeitiges Senden und Empfangen in beiden Richtungen eingerichtet ist, welches nach einer Übertragungsstörung mit Hilfe von Synchronisationstelegrammen eine folgerichtige Wiederaufnahme des Austauschs von Datentelegrammen sicherstellt, wobei für die Übertragung Pakete gebildet werden, die aus einem oder mehreren Telegrammen bestehen, bei denen es sich um Datentelegramme, Synchronisationstelegramme oder um eine Folge von Daten- und Synchronisationstelegrammen handeln kann, und wobei in ein Paket, dessen Sendung noch nicht abgeschlossen ist, Synchronisationstelegramme im Bedarfsfall eingefügt werden.

Die mit der Erfindung vorgeschlagene Paketierung von Datentelegrammen und die Möglichkeit, Synchronisationstelegramme als Steuerungstelegramme in eine laufende Übertragung eines Pakets von Telegrammen einzufügen, führt zu einer Steigerung der Übertragungsleistung. Da eine Übertragung von Paketen in beiden Übertragungsrichtungen gleichzeitig ablaufen kann und in die Folge von Datentelegrammen eingeschleuste Synchronisationstelegramme empfangsseitig abgezweigt und unverzüglich ausgewertet werden, kann die Übertragungseinrichtung schnell auf Übertragungsstörungen reagieren und eine wiederholte Sendung veranlassen.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung erfolgt die Paketbildung dadurch, daß die einzelnen Telegramme eine Folgekennung enthalten, die besagt, daß mindestens ein weiteres Telegramm folgt. Wenn diese Folgekennung nicht gesetzt ist, handelt es sich um das letzte Telegramm eines Pakets. Telegramme sind eine Folge von Zeichen.

Weiterhin wird vorgeschlagen, die beiden Stationen der Übertragungseinrichtung im Normalbetrieb gleich-

berechtigt arbeiten zu lassen, jedoch zur Initialisierung und zur Prüfung der Funktionsfähigkeit auf einen master/slave-Betrieb umzustellen.

Im master-slave-Betrieb wird die slave-Station aufgefordert, ein definiertes Synchronisationstelegramm als Antworttelegramm zu senden. Das Eintreffen des Antworttelegramms kann zeitlich überwacht und für eine Fehlerauswertung genutzt werden.

Zur Steuerung des Übertragungsablaufs, insbesondere bei gestört empfangenen Telegrammen, werden unterschiedliche Synchronisationstelegramme verwendet und als Kontext einer Station bezeichnete Merker und Zähler benutzt. Empfangene Telegramme werden nur dann zur weiteren Verarbeitung freigegeben, wenn das gesamte Paket störungsfrei empfangen wurde.

Das Übertragungsverfahren ist in Form von Regeln definiert, die in drei Gruppen gegliedert sind. Weitere Einzelheiten und Vorteile des Verfahrens sind aus dem in der Zeichnung dargestellten und nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel ersichtlich.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm, das die Struktur zweier Stationen angibt, die geeignet sind zur Durchführung des erfindungsgemäßen Übertragungsverfahrens. Außerdem sind die Namen der verwendeten Telegramme angegeben.

Fig. 2 liefert eine Legende zum Blockdiagramm nach Fig. 1 sowie zu einem Übertragungsdiagramm nach Fig. 3.1 bis 3.4,

Fig. 3.1 bis 3.4 Darstellung von vier Teilen eines beispielhaften Übertragungsdiagramms.

## 1.0 Ausführungsbeispiel

Das Ausführungsbeispiel bezieht sich auf ein Übertragungsverfahren, das im sogenannten full-duplex-Betrieb arbeitet und für den Einsatz in der Gebäudeleittechnik entwickelt wurde.

## 2.0 Eigenschaften des Verfahrens

Das Verfahren eignet sich zur Übertragung digitaler Daten zwischen zwei Prozessoren oder Rechnern, die hier als Stationen bezeichnet sind. Das Verfahren definiert die Arbeitsweise der Übertragungseinrichtung in jeder Station.

Das Verfahren ermöglicht die optimierte, gesicherte und gleichzeitige Übertragung von Daten zwischen zwei Stationen. Diese Daten werden hier als Datentelegramme bezeichnet. Die kontrollierte Übertragung dieser Datentelegramme wird ermöglicht durch zusätzliche Übertragung von Steuerinformation, hier als Synchronisationstelegramme bezeichnet.

Das zeitliche Auftreten von zu sendenden Datentelegrammen, also das Datenaufkommen, kann dabei kontinuierlich oder auch spontan erfolgen.

Das Verfahren ermöglicht die Übertragung über einfache asynchrone und serielle Schnittstellen und benötigt als Übertragungsmedium nur eine einfache Dreileiterschaltung.

Eine optimierte Übertragung wird erzielt durch Paketierung der zu übertragenden Telegramme.

Eine gesicherte Übertragung wird erzielt durch die Übertragung eines Paritätsbits in jedem Zeichen eines Telegramms und einer Prüfsumme innerhalb jedes Einzeltelegramms. Gesendete Telegramme werden in einem backup-Speicher gehalten, bis sie durch die Partnerstation quittiert werden. Dadurch wird eine Wieder-

holung des Sendens eines kompletten Paketes oder eines Teils des Paketes ermöglicht nach fehlerhaftem Empfang in der Partnerstation.

Das Verfahren ermöglicht gleichzeitiges Senden von Datentelegrammen und Synchronisationstelegrammen aus jeder Station, so daß die Übertragung "full-duplex" erfolgen kann. Dies bedeutet, daß beide Stationen prinzipiell immer bereit sind, Telegramme zu empfangen.

Das gleichzeitige Übertragen von Telegrammen zwischen beiden Stationen verhindert, daß das Senden von Telegrammen wegen des Empfangs von Telegrammen und der Empfang von Telegrammen wegen des Sendens von Telegrammen verzögert wird.

Das Senden von Daten ist nur dann möglich, wenn der empfangende Prozessor seine Bereitschaft, ab jetzt wieder Daten zu empfangen, dem sendenden Prozessor signalisiert hat, was als kontrollierte Weitergabe von Daten bezeichnet wird.

Innerhalb der Initiierung der Übertragung ist einer Station eine master-Funktion zugeteilt, nach Ende der Initialisierung arbeiten beide Stationen symmetrisch. In Zeitphasen, in denen keine Datentelegramme zur Übertragung vorliegen, kontrolliert die master-Station die Funktionsfähigkeit der slave-Station und des Übertragungsweges durch zyklisches Senden eines zu beantwortenden Synchronisationstelegramms. Dieser Verfahrensschritt wird mit lifeloop bezeichnet.

### 3.0 Einsatzmöglichkeiten des Verfahrens

Die Eigenschaften des Verfahrens, wie optimierte, gesicherte und gleichzeitige Datenübertragung sowie günstiges Verhältnis zwischen übertragenen Nutz- und Steuertelegammen und die Möglichkeit, Daten spontan senden zu können, bieten dessen Einsatz in der Prozessleittechnik an.

Nach dem Verfahren können prinzipiell jeweils zwei Rechner gekoppelt werden. Es unterstützt jedoch auch vermaschte Rechnernetze, bestehend aus Kaskadierungen oder sternförmigen Strukturen. Bei Kaskadierung, also Hintereinanderschaltung von Rechnern, ist in jedem Rechner, der innerhalb des Gesamtübertragungsweges zwischen zwei anderen Rechnern angeordnet ist, die Übertragungseinrichtung doppelt vorhanden. Bei sternförmigen Strukturen ist in jedem Mittelpunkt-Rechner die Übertragungseinrichtung in der gleichen Anzahl vorhanden, wie die Anzahl von Satelliten-Rechnern, die an den Mittelpunkt-Rechner angeschlossen sind.

### 4.0 Definition des Übertragungsprotokolls

#### 4.1 Struktur einer Station

Fig. 1 zeigt die Struktur einer ersten Station U und einer zweiten Station I, die identisch sind. Fig. 2 zeigt weitere Einzelheiten zum Kontext der Station.

Jede Station U, I besteht aus einem ersten Puffer 1 für zu sendende Datentelegramme und einem zweiten Puffer 2 für zu empfangende Datentelegramme. Diese beiden Puffer 1, 2 dienen innerhalb einer Station U, I zur Weitergabe von Datentelegrammen zwischen der Übertragungseinrichtung und den datenverarbeitenden Funktionen der Station U, I.

Der Datenempfangspuffer 2 der Stationen muß mindestens so groß definiert werden, wie der Datensendepuffer 1 der Stationen U, I. Diese Größe bestimmt auch die Größe eines nicht dargestellten backup-Speichers

und die maximale Anzahl der in einem Paket enthaltenen Datentelegramme.

Die Station U hat die im Abschnitt 2.0 bereits erwähnte Funktion einer master-Station, durch welche die Initialisierung der Übertragung und die Überwachung lifeloop ausgelöst wird.

Innerhalb der aus den Stationen U, I bestehenden Übertragungseinrichtung ist das hier beschriebene Verfahren implementiert. Die Aufgabe der Übertragungseinrichtung ist die Anwendung der Daten-, Protokoll- und backup-Regeln bezüglich:

- Empfang von Telegrammen; Prüfung auf Validität (Prüfsumme, Parität).

- Trennung von empfangenen Daten und Synchronisationstelegrammen.

Datentelegramme werden in den Datenempfangspuffer eingetragen, Synchronisationstelegramme bewirken das Senden von Daten und Synchronisationstelegrammen und die Aktualisierung des Stationskontextes (vergl. Abschnitt 4.3).

- Aktualisierung des Stationskontextes.

Als Kontext werden stationstypische Merker und Zähler bezeichnet.

- Senden von Telegrammen.

Anhand des Stationskontextes werden vorliegende Datentelegramme aus dem Datensendepuffer und Synchronisationstelegramme gesendet.

#### 4.2 Telegrammarten

Zwischen den Stationen werden Daten- und Synchronisationstelegramme ausgetauscht. Sie werden durch ihre Namen gekennzeichnet. Der erste Buchstabe des Namens bezeichnet die absendende Station, also U oder I. Jedes Telegramm enthält innerhalb der Übertragung eine Folgekennung, die angibt, ob ein weiteres Telegramm innerhalb dieses Paketes folgt oder ob dieses Telegramm, das letzte innerhalb des Paketes ist. Die Folgekennung wird in der Übertragungseinrichtung dem zu sendenden Telegramm in entsprechender Polarität hinzugefügt und aus dem empfangenen Telegramm nach Prüfung seiner Polarität entfernt.

Datentelegramme werden als xD bezeichnet.

Folgende Synchronisationstelegramme werden verwendet:

- xREN (UREN, IREN), request next.

Anforderung des Sendens weiterer Datentelegramme.

- xREL (UREL, IREL), request last.

Anforderung des wiederholten Sendens der zuletzt gesendeten Telegramme.

Dieses Telegramm enthält die Kennungen VAREC und CIVTEL (vergl. Kontext der Station, Abschn. 4.3).

- xxLIF (URLIF, IALIF), request/answer life.

Station U fordert mittels URLIF ein Lebenssignal von Station I an, das diese mit IALIF der Station U sendet (vergl. lifeloop, Abschn. 4.6).

- xRINI (URINI, IRINI), request initialisation.

Mit URINI fordert Station U eine Initialisierung der Station I an.

Mit IRINI fordert Station I ein Telegramm URINI von Station U an.

Nach Empfang von xRINI initiiert jede Station ihren Kontext.

- xACK (UACK, IACK) acknowledge.

Quittierung eines valide und komplett empfangenen Pakets. Dieses Telegramm enthält die Kennung VAREC (vergl. Kontext der Station, Abschn. 4.3).

#### 4.3 Kontext der Station

Als Kontext einer Station werden stationstypische Merker und Zähler bezeichnet.

Der Kontext besteht aus:

##### – backup

Zur Telegrammwiederholung nach Empfang eines Telegramms xREL muß ein backup für gesendete Telegramme geführt werden.

Der backup-Speicher ist als umlaufender Puffer (Ringpuffer) gestaltet.

Der backup-Speicher muß mindestens dreimal so groß dimensioniert werden, wie die maximale Anzahl von einzelnen Datentelegrammen innerhalb eines Pakets.

(Vergl. Paket, Abschn. 4.4)

Das backup kann zu keinem Zeitpunkt mehr Datentelegramme enthalten, als maximal in einem Paket enthalten sind.

(Vergl. backup-Regeln, Abschn. 4.7.3)

##### – VAREC (valid received)

VAREC ist ein Zähler für die Anzahl der valide (unverfälscht) empfangenen Telegramme seit Senden des letzten Telegramms xACK.

Bei Senden von xREL oder xACK wird der aktuelle Kontext VAREC diesen Telegrammen eingeschrieben. Bei Empfang von xREL oder xACK wird der darin enthaltene VAREC für die Referenzierung des backup benötigt.

(Vergl. Protokoll-Regeln, Abschn. 4.7.2)

##### – CIVSTA (counter invalid receiving in station)

CIVSTA ist ein Zähler für die Anzahl der invalide (verfälscht) empfangenen Telegramme.

Bei Senden von xREL wird der aktuelle Kontext CIVSTA diesem Telegramm als CIVTEL (counter invalid receiving in telegramm) eingeschrieben.

Bei Empfang von xREL wird der darin enthaltene Kontext CIVTEL mit dem aktuellen CIVSTA verglichen, um zu entscheiden, ob Telegramme aus dem backup wiederholt zu senden sind oder ob xREL zu senden ist, um die Partnerstation zum wiederholten Senden aus deren backup aufzufordern. Diese Funktionalität ermöglicht, daß nach mehrfach invalide (verfälscht) empfangenen xREL (länger andauernde Übertragungsstörung, d. h. nur Telegramme UREL/IREL werden noch gesendet) genau die Station das Senden aus ihrem backup beginnt, deren Telegramme zuerst von der Partnerstation verfälscht empfangen wurden.

(Vergl. Protokoll-Regeln, Abschn. 4.7.2)

##### – WRR (wait until complete repetiton received)

WRR ist ein Merker der angibt, ob nach Senden eines Telegramms xREL der Empfang aller Telegramme abgeschlossen ist, deren wiederholtes Senden angefordert wurde (WRR = 0, "gelöscht"), oder ob deren Empfang noch nicht komplett abgeschlossen ist (WRR = 1, "gesetzt").

(Vergl. Protokoll-Regeln, Abschn. 4.7.2)

#### 4.4 Paket

Ein Paket besteht aus einem oder mehreren Tele-

grammen, und zwar Daten- oder Synchronisationstelegrammen, wobei im letzten Telegramm eines Pakets die Folgekennung nicht gesetzt, aber in allen anderen Telegrammen gesetzt ist. Ein Paket kann somit auch nur aus Synchronisationstelegrammen bestehen.

Nach dem Empfang eines Telegramms xREN werden alle Datentelegramme gesendet, die zu diesem Zeitpunkt im Datensendepuffer vorliegen.

Dadurch kann bei Vorliegen von vielen zu übertragenden Datentelegrammen das Verhältnis aus der Anzahl von Datentelegrammen und von Synchronisationstelegrammen wesentlich optimiert werden.

In dieses Paket werden gegebenenfalls Synchronisationstelegramme eingebettet, falls diese zu diesem Zeitpunkt zu senden sind. Liegt nur ein Datentelegramm im Datensendepuffer vor, wird dieses sofort gesendet, ohne auf weitere Datentelegramme zu warten. Die maximal mögliche Anzahl von Telegrammen in einem Paket ergibt sich aus der maximal möglichen Anzahl von Datentelegrammen im Datensendepuffer zuzüglich der im Paket eingebetteten Synchronisationstelegramme.

Die maximale Anzahl der in ein Paket eingebetteten Synchronisationstelegramme kann nicht genau festgelegt werden, was durch die Dynamik der fullduplex-Übertragung bedingt ist. Wird z. B. gerade das Senden von 64 Datentelegrammen in Station U begonnen, und die Station U hat gerade ein Paket mit genau einem Datentelegramm empfangen und gespeichert, bettet die Station U sofort ein Synchronisationstelegramm UREN in das Paket an Station I ein, welches Station I veranlaßt, sofort ein weiteres Paket mit genau einem Datentelegramm zu senden, da in Station I zu diesem Zeitpunkt nicht mehr Datentelegramme vorliegen. Dieses wird in Station U empfangen und gespeichert und sofort ein neues Synchronisationstelegramm UREN in die immer noch laufende Übertragung von Station U zu Station I eingebettet. Somit treten innerhalb eines Pakets schon zwei UREN auf.

Die ebenfalls beteiligten Telegramme xACK sind in diesem vereinfachten Beispiel nicht berücksichtigt.

Die Begrenzung der Anzahl von Datentelegrammen innerhalb eines Pakets ermöglicht die Dimensionierung der Datenempfangs- und Datensendepuffer, welche generell nur Datentelegramme (keine Synchronisationstelegramme) enthalten. Synchronisationstelegramme werden vom Empfänger nicht gespeichert, sondern es wird innerhalb der Übertragungseinrichtung sofort auf diese reagiert.

#### 4.5 Initiierung der Übertragung

Eine Initiierung der Übertragung ist nötig nach dem Start (Einschalten, Erstanlauf) oder Neustart (vergl. Fehlerbehandlung bei gestörter Übertragung im Abschnitt 4.8) einer der beiden Stationen.

Während der Initialisierung arbeiten die Übertragungseinrichtungen der Stationen nicht symmetrisch, sondern es erfolgt eine master/slave-Rollenverteilung, wobei hier die Station U als master definiert ist.

Wird der master gestartet, initiiert er seinen Kontext (vergl. Protokoll-Regeln, Abschn. 4.7.2) und sendet das Synchronisationstelegramm URINI. Der slave empfängt dieses Telegramm und initiiert seinerseits seinen Kontext. Nach Abschluß seiner Initialisierung sendet der slave das Synchronisationstelegramm IREN, er kann also Datentelegramme empfangen. Empfängt der master dieses Telegramm IREN, so sendet er seinerseits ein Telegramm UREN, was bedeutet, daß auch er Da-

tentelegramme empfangen kann.

Wird der slave (Station I) gestartet, so fordert dieser seine Initialisierung durch den master an. Dazu sendet er das Synchronisationstelegramm IRINI. Nach dem Empfang eines Telegramms IRINI im master initiiert dieser seinen Kontext und sendet das Synchronisationstelegramm URINI an den slave.

Danach erfolgt der gleiche Ablauf wie beim Start des masters.

Der Empfang des Telegramms URINI im slave löst bei diesem eine Initiierung seines Kontextes aus. Danach sendet der slave ein Telegramm IREN. Nach Empfang dieses Telegramms IREN im master sendet dieser das Synchronisationstelegramm UREN. Beide Stationen können nun Datentelegramme empfangen.

Zusätzlich zur Initiierung des Kontextes kann, falls nötig, auch eine Initiierung innerhalb der datenverarbeitenden Funktionen der Station stattfinden.

Im master wird der Zeitraum zwischen Senden von URINI und Empfang von IREN überwacht (timeout). Kann der master das Synchronisationstelegramm IREN nicht rechtzeitig oder nicht valide (unverfälscht) empfangen, liegt eine gestörte Übertragung vor (vergl. Fehlerbehandlung bei gestörter Übertragung, Abschn. 4.8 und Neustart der Übertragung, Abschn. 4.8.3).

#### 4.6 Lifeloop

In längeren Zeitphasen, in denen in keiner Station Datentelegramme zur Übertragung vorliegen, ist es sinnvoll, die Funktionsfähigkeit des Übertragungsweges zu kontrollieren. Diese Kontrolle wird mittels einer lifeloop durchgeführt.

Die lifeloop ist nicht symmetrisch implementiert, d. h. nur eine Station, als master bezeichnet, startet aktiv die life-loop, nachdem sie nach definierter Zeit kein Telegramm empfangen hat. Mittels der lifeloop wird auch die Funktionalität des slave kontrolliert. Hier ist Station U als master definiert.

Der master sendet das Synchronisationstelegramm URLIF, und erwartet innerhalb einer bestimmten Zeit das vom slave als Antwort zu sendende Synchronisationstelegramm IALIF.

Kann der master IALIF nicht rechtzeitig empfangen, liegt eine gestörte Übertragung vor (vergl. Fehlerbehandlung bei gestörter Übertragung, Abschn. 4.8).

#### 4.7 Übertragungs-Regeln

Das vorliegende Übertragungsverfahren ist definiert als Summe einzelner Regeln, die in der Übertragungseinrichtung implementiert sind.

Diese Regeln gelten gleichermaßen sowohl für die Station U wie für die Station I.

Die Regeln sind in drei Gruppen zusammengefaßt:

- Daten-Regeln : (DR n) Übergabe von Datentelegrammen
- Protokoll-Regeln : (PR n) Abfolge von Telegrammen, Kontext
- backup-Regeln : (BR n) Referenzierung des backup

Bei den in den Regeln verwendeten Begriffen "xACK (varec)" und "xREL (varec) (civtel)" bedeutet (varec) den im Telegramm enthaltenen Wert des Zählers VAREC, (civtel) den im Telegramm enthaltenen Wert des Zählers CIVSTA jeweils als Kopie aus dem Kontext der

sendenden Station U oder I.

#### 4.7.1 Daten-Regeln

##### – Datenregel DR 1

Datentelegramme werden, sobald sie in einem Datensendepuffer vorliegen, erst dann gesendet, nachdem zuvor ein Synchronisationstelegramm xREN empfangen wurde. Alle Telegramme aus dem Datensendepuffer werden innerhalb eines Pakets gesendet.

##### – Datenregel DR 2

Ein Synchronisationstelegramm xREN wird nach dem Empfang von Datentelegrammen in einem Datenempfangspuffer erst dann gesendet, wenn diese von den datenverarbeitenden Einrichtungen ausgelesen wurden, und somit der Datenempfangspuffer wieder frei ist für neu zu empfangende Datentelegramme.

##### – Datenregel DR 3

Bei störungsfreier Übertragung werden Datentelegramme xD und Synchronisationstelegramme xREN, xACK, URLIF, IALIF ausgetauscht.

#### 4.7.2 Protokoll-Regeln

##### – Protokoll-Regel PR 1

Datentelegramme und Synchronisationstelegramme können innerhalb eines Pakets gemischt auftreten.

##### – Protokoll-Regel PR 2

Das Synchronisationstelegramm xACK dient nur zur Steuerung für das Löschen des backup-Speichers, nicht aber zur Synchronisation von Senden/Empfangen. Somit muß nach dem Senden eines Pakets vor dem Senden eines nächsten Pakets nicht auf den Empfang eines xACK gewartet werden.

##### – Protokoll-Regel PR 3

Initiierung des stationseigenen Kontexts nach einem Start der Station:

CIVSTA = 0 counter invalid receiving in station

VAREC = 0 counter for valid tel received (tel = Telegramm)

backup = 0 backup für gesendete tel ist leer

Merker WRR = 0 Wait until complete repetition received

##### – Protokoll-Regel PR 4

Ein originales (nicht wiederholtes) Telegramm xACK (varec) wird sofort gesendet nach Empfang eines validen und kompletten Pakets, das andere Telegramme als xACK, bzw. xREL enthält.

Nach Senden eines originalen Telegramms xACK (varec) wird VAREC gelöscht.

Nach Senden eines Telegramms xACK (varec) aus dem backup wird VAREC nicht gelöscht.

##### – Protokoll-Regel PR 5

Jedes original gesendete Telegramm, außer xREL, wird in das backup geschrieben.

Bei einem original gesendeten Telegramm xACK (varec) wird somit auch dieser (varec), also dieser Wert des Zählers VAREC, Bestandteil des Telegramms im backup.

##### – Protokoll-Regel PR 6

Jedes valide empfangene Telegramm, außer xREL, wird in VAREC gezählt.

(Für ein empfangenes xREL gelten spezielle Regeln).

##### – Protokoll-Regel PR 7

Nach jedem valide empfangenen Telegramm, außer xREL, wird CIVSTA gelöscht.  
(Für ein empfangenes xREL gelten spezielle Regeln).

– Protokoll-Regel PR 8

Nach Empfang eines Telegramms xACK (varec) werden sofort, ohne auf das Ende des Pakets zu warten, (varec)-Telegramme aus dem backup gelöscht.

– Protokoll-Regel PR 9

Falls mehrere Typen von Telegrammen "gleichzeitig" zu senden sind, gilt folgende Reihenfolge:

1) Telegramme aus backup (reihenfolgerichtig)

2) original xACK

3) original xREN

4) original xREL

5) original xxLIF

6) original xRINI

7) original Datentelegramme

– Protokoll-Regel PR 10

Nach Empfang eines Telegramms xREL (varec) (civtel) wird wie folgt geprüft/reagiert ohne auf das Ende des Pakets zu warten:

– Protokoll-Regel 10.1

CIVSTA = CIVTEL (vgl. Abschn. 4.3)

Falls CIVSTA nicht 0 ist, wird CIVSTA inkrementiert.

Unabhängig von CIVSTA gilt:

Keine Telegramme werden im backup gelöscht. Alle Telegramme im backup, aber nicht die ältesten (ersten) n Telegramme im backup ( $n = (\text{varec})$  aus empfangenem Telegramm xREL), werden als Wiederholung gesendet (vergl. Bemerkung zu PR 10.x, weiter unten).

Ein aus dem backup gesendetes Telegramm xACK löscht VAREC nicht.

Ein aus dem backup gesendetes xACK enthält das dazugehörige (varec) aus backup.

Falls CIVSTA nicht 0 ist, wird xREL (varec) (civtel) gesendet.

#### Kurzformulierung

CIVSTA ist nicht 0: – CIVSTA wird inkrementiert

– Telegramm-Wiederholung falls möglich

– xREL senden

CIVSTA ist 0: – Telegramm-Wiederholung falls möglich.

– Protokoll-Regel PR 10.2

CIVSTA ist größer als CIVTEL:

CIVSTA wird nicht inkrementiert.

Keine Telegramme werden im backup gelöscht. Alle Telegramme im backup, aber nicht die ersten n Telegramme im backup ( $n = (\text{varec})$  aus empfangenem Telegramm xREL), werden als Wiederholung gesendet (vergl. Bemerkung zu PR 10.x, weiter unten).

Ein aus dem backup gesendetes xACK löscht VAREC nicht.

Ein aus dem backup gesendetes xACK enthält das dazugehörige (varec) aus backup.

xREL (varec) (civtel) wird gesendet.

#### Kurzformulierung

– Telegramm-Wiederholung falls möglich,

– xREL senden.

– Protokoll-Regel PR 10.3

CIVSTA ist kleiner als CIVTEL:

CIVSTA wird gelöscht.

Keine Telegramme werden im backup gelöscht. Alle Telegramme im backup, aber nicht die ersten n Telegramme im backup ( $n = (\text{varec})$  aus empfangenem Telegramm xREL), werden als Wiederholung gesendet (vergl. Bemerkung zu PR 10.x, weiter unten).

Ein aus dem backup gesendetes xACK löscht VAREC nicht.

Ein aus dem backup gesendetes xACK enthält das dazugehörige (varec) aus backup.

Falls Merker WRR gesetzt ist (= 1), wird xREL (varec) (civtel) gesendet.

#### Kurzformulierung:

Merker WRR ist 1: – CIVSTA wird gelöscht

– Telegramm-Wiederholung, falls möglich

– xREL senden

Merker WRR ist 0: – CIVSTA wird gelöscht

– Telegramm-Wiederholung falls möglich

– Bemerkung zu PR 10.x

Falls (varec) aus Telegramm xREL und die Anzahl der Telegramme im backup identisch sind, werden keine Telegramme aus dem backup gesendet, da dies nicht möglich/nötig ist. Diese Situation ist kein Fehler, sondern legal.

Das wiederholte Senden aus dem backup für "CIVSTA = CIVTEL" und "CIVSTA ist größer als CIVTEL" (wenn (varec) aus Telegramm xREL kleiner ist als die Anzahl der Telegramme im backup) und der Merker WRR ist nötig zur Behebung folgender Problem-Situation, die wegen der full duplex-Eigenschaften der Kopplung auftreten kann.

Beide Stationen können zur gleichen Zeit fehlerhafte Telegramme empfangen und somit ihr delay (vgl. Protokoll-Regel PR 13) gleichzeitig starten, aber beide delays können in ihrer Länge "etwas" voneinander abweichen, weil in jeder Station jeweils auf den nächsten Impuls der internen Zeitbasis (clock-tick) gewartet werden muß.

Dies ist besonders für hohe Baudaten kritisch, da dabei die delay-Differenz größer sein kann als die Laufzeit eines Telegramms. Dabei kann die Station mit längerem delay xREL nicht empfangen, die Station mit kürzerem delay kann xREL empfangen.

– Protokoll-Regel PR 11

Merker WRR wird gesetzt nach jedem Senden von xREL (varec) (civtel).

– Protokoll-Regel PR 12

Merker WRR wird gelöscht nach jedem Empfang eines kompletten Pakets.

Falls xREL als letztes Telegramm eines Pakets empfangen wird, erfolgt das Löschen von Merker WRR erst nach Durchführung des Vergleiches "CIVSTA ist kleiner, gleich oder größer als CIVTEL" und der dabei definierten Aktion (vergl. PR 10.x).

– Protokoll-Regel PR 13

Nach Empfang einer Störung, für deren Typ eine Telegrammwiederholung erlaubt ist (durch interface-Fehler, Prüfsummen-Fehler verfälschtes Tele-

gramm, etc., vergl. Fehlerbehandlung bei gestörter Übertragung. Abschn. 4.8), wird CIVSTA inkrementiert, der Empfänger deaktiviert und ein delay (timer) gestartet.

Während des delay wird der Rest des verfälscht empfangenen Telegramms, bzw. Pakets übertragen aber nicht empfangen. Die Dimensionierung des delay ist abhängig von der Zeit, die benötigt wird, um den Rest des Pakets zu übertragen, also abhängig von der gewählten Übertragungsgeschwindigkeit (Baud-Rate) und der Länge des restlichen Pakets. Eine zu große Dimensionierung des delay ist unkritisch, reduziert aber die Reaktionszeit bei gestörter Übertragung.

Während des delay können weiterhin Telegramme gesendet werden.

Nach Ablauf des delay wird xREL (varec) (civtel) gesendet und danach der Empfänger wieder aktiviert.

– Protokoll-Regel PR 14

Folgende Regeln gelten wenn zu einem Zeitpunkt kein Telegramm gesendet oder empfangen wird:

VAREC in U = Anzahl der Telegramme im backup von I

VAREC in I = Anzahl der Telegramme im backup von U.

– Protokoll-Regel PR 15

Wird in einem Paket ein xREN empfangen, können wieder Datentelegramme aus dem Datensendepuffer, falls vorhanden, gesendet werden, ohne auf das Ende des Empfangs des kompletten Pakets zu warten. (Vergl. Daten-Regeln, Abschn. 4.7.1)

– Protokoll-Regel PR 16

Wird in einem Paket ein Datentelegramm empfangen, wird erst auf das Ende des Pakets gewartet, um einen kompletten Datensatz zu empfangen, (ggf. weiteres Datentelegramm im Paket) um diesem durch Eintragen in den Datenempfangspuffer komplett an die datenverarbeitenden Funktionen der Station weiterzugeben.

D. h. ein xREN darf erst gesendet werden nach dem kompletten Empfang eines Datentelegramme enthaltenden Pakets und nach dem Auslesen dieser Datentelegramme aus dem Datenempfangspuffer durch die datenverarbeitenden Funktionen der Station. (Vgl. Daten-Regeln, Abschn. 4.7.1)

#### 4.7.3 Backup-Regeln

Das backup ist Teil des Kontextes einer Station. (Vergl. Kontext der Station, Abschn. 4.3)

Folgende Regeln gelten für die Referenzierung des backups.

– Backup-Regel BR 1

Initiierung.

Das backup wird bei Start einer Station als leer initialisiert.

– Backup-Regel BR 2

Aktion bei Senden eines Telegramms.

Jedes original (erstmalig, d. h. nicht wiederholt) zu sendende Datentelegramm und Synchronisationstelegramm, außer xREL, wird in das backup übernommen und dabei an das aktuelle Ende des backup plziert. Die Folgekennung ist in den backup-Telegrammen nicht enthalten, da vor oder bei wiederholtem Senden eventuell zwischenzeitlich neue Telegramme ins backup aufgenommen wurden und

alle Telegramme als ein wiederholtes Paket gesendet werden. Die Prüfsumme eines Telegramms ist ebenfalls nicht im backup enthalten, da sie wegen der Polarität der Folgekennung variieren kann, d. h. beim wiederholten Senden falsch sein kann.

– Backup-Regel BR 3

Aktion nach Empfang von xACK (varec).

Von der Partnerstation wurden varec Telegramme valide empfangen, das letzte empfangene Telegramm war das letzte im Paket (Folgekennung). Es wurde also ein Paket komplett empfangen.

Sie quittiert dies mittels Senden des Telegramms xACK (varec).

Nach Empfang von xACK (varec) werden die varec ältesten Telegramme aus dem backup gelöscht.

– Backup-Regel BR 4

Aktion nach Empfang von xREL (varec) (civtel).

Von der Partnerstation wurden vor Empfang einer Störung varec Telegramme valide empfangen. Es wurde also ein Paket nicht komplett empfangen.

Sie fordert die restlichen Telegramme dieses Pakets mittels Senden des Telegramms xREL (varec) (civtel) an.

Nach Empfang des Telegramms xREL (varec) (civtel) wird, falls nicht mehr als varec Telegramme im backup stehen, das backup nicht referenziert (Wiederholung ist nicht möglich/nötig).

Falls mehr als varec Telegramme im backup stehen, werden, bis auf die ältesten varec Telegramme im backup, alle Telegramme (also Datentelegramme und Synchronisationstelegramme) aus dem backup reihenfolgegerichtet (Reihenfolge des Eintrags in das backup) wiederholt gesendet. Neue zwischenzeitlich in das backup aufgenommene Telegramme werden damit ebenfalls wiederholt gesendet. Alle diese Telegramme bilden ein Paket (Folgekennung). Kein Telegramm wird im backup gelöscht.

– Backup-Regel BR 5

Aktion nach Empfang von xxLIF, xRINI, xREN oder Datentelegrammen:

Diese empfangenen Telegramme bewirken keine Änderung im backup.

#### 4.8 Fehlerbehandlung bei gestörter Übertragung

Eine Störung in der Übertragung zwischen beiden Stationen U und I liegt in den nachfolgenden Fällen vor. Diese Übertragungsfehler werden in den Empfängern der Übertragungseinrichtungen erkannt. Nach Feststellung eines Fehlers werden die (ggf.) weiteren Zeichen dieses Telegramms bzw. Pakets nicht mehr empfangen (Deaktivierung des Empfängers).

Folgende Reaktionen, nachstehend näher erläutert, sind nach Erkennung eines Fehlers möglich:

– Wiederholungsprüfung (WHP) oder

– Neustart der Übertragung (NST).

Eine Wiederholungsprüfung erfolgt nach dynamischen Fehlern, die durch die Systemumgebung bedingt sind.

Ein Neustart der Übertragung erfolgt nach statischen Fehlern, die durch fehlerhafte Implementierung der Regeln innerhalb der Übertragungseinrichtung oder durch Fehlfunktion der Übertragungseinrichtung bedingt sind.

Die Reaktionen auf mögliche Fehler sind wie folgt festgelegt:



- Fehler interface (parity, frame, overrun): WHP
- Fehler Prüfsumme: WHP
- Fehler timeout im Paket: WHP
- Fehler xREL empfangen: WHP
- Fehler Paket Länge: NST
- Fehler unerwartetes xREN: NST
- Fehler unerwartetes IALIF: NST
- Fehler unerwartetes xREL: NST
- Fehler unerwartetes Datentelegramm: NST
- Fehler CIVSTA Überlauf: NST
- Fehler timeout für IALIF: NST
- Fehler timeout für IREN nach URINI: NST
- Fehler invalides VAREC in xREL, xACK: NST

#### 4.8.1 Beschreibung möglicher Fehler

- Fehler interface (parity, frane, overrun)

Beim Empfang jedes Zeichens eines Telegramms wird der interface Status überprüft, um ein verfälschtes Zeichen zu erkennen.

- Fehler Prüfsumme

Jedes Telegramm enthält eine Prüfsumme. Wird ein Telegramm mit verfälschter Prüfsumme empfangen, liegt ein Fehler vor.

- Fehler timeout im Paket

Dieser Fehler liegt vor, falls nach dem Beginn des Empfangs eines Paketes innerhalb eines bestimmten Zeitbereichs (timeout) nicht das letzte Telegramm (Folgekennung) dieses Pakets empfangen wurde.

- Fehler xREL empfangen

Der Empfang eines Telegramms xREL bedeutet, daß die Partnerstation eine Störung empfangen und daraufhin ein wiederholtes Senden angefordert hat. Der Empfang eines Telegramms xREL bedeutet somit, daß ein Fehler in der Übertragung auftrat.

- Fehler Paket Länge

Beinhaltet ein Paket mehr Datentelegramme als in den Datenempfangspuffer eingeschrieben werden kann, liegt ein Fehler vor.

- Fehler unerwartetes xREN

Wird nach dem Empfang eines Telegramms xREN ein weiteres xREN empfangen, bevor ein Paket mit mindestens einem Datentelegramm gesendet wurde, liegt ein Fehler vor.

- Fehler unerwartetes IALIF

Wird in der Station U (master) nach dem Empfang eines IALIF ein weiteres IALIF empfangen, bevor ein URLIF gesendet wurde, liegt ein Fehler vor.

- Fehler unerwartetes xREL

Wird nach dem Empfang eines Telegramms xREL ein weiteres xREL empfangen, bevor das Paket wiederholt gesendet wurde, liegt ein Fehler vor.

- Fehler unerwartetes Datentelegramm

Wird nach dem Empfang eines Paketes mit mindestens einem Datentelegramm ein weiteres Paket mit mindestens einem Datentelegramm empfangen, bevor ein xREN bzw. xREL gesendet wurde, liegt ein Fehler vor.

- Fehler CIVSTA Überlauf

Werden bei längerer Störung der Übertragung nur noch xREL ausgetauscht, erreicht CIVSTA in einer Station seinen maximal zulässigen Wert, der frei definiert sein kann.

Bei Erreichen dieses Wertes erscheint ein weiteres Senden von xREL nicht sinnvoll.

- Fehler timeout für IALIF

Wird in Station U (master) nach Senden eines Telegramms URLIF nicht rechtzeitig ein IALIF empfangen, liegt ein Fehler vor. Der zulässige timeout kann frei bestimmt werden.

- Fehler timeout für IREN nach URINI

Wird innerhalb der Initiierung der Übertragung in Station U nach Senden eines URINI nicht rechtzeitig ein IREN empfangen, liegt ein Fehler vor. Der zulässige timeout kann frei bestimmt werden.

- Fehler invalides VAREC in xREL, xACK

VAREC ist in den Telegrammen xREL und xACK enthalten. (Vergl. Kontext der Station und Protokoll-Regeln, Abschn. 4.3 und 4.7.2).

Wird ein Telegramm xREL (varec) (civtel) empfangen mit (varec) größer als die Anzahl der Telegramme im backup (in Partnerstation mehr Telegramme erfolgreich empfangen als gesendet) liegt ein Fehler vor.

Wird ein xREL (varec) (civtel) empfangen mit (varec) gleich der Anzahl der Telegramme im backup, liegt kein Fehler vor (keine Wiederholung möglich/nötig).

Dieser Fall ist zulässig aufgrund der Protokoll-Regeln für den Telegramm-Ablauf bei zeitlich mehrfachen hintereinander auftretenden Störungen.

Wird ein xACK (varec) empfangen mit (varec)=0 (Quittierung für Anzahl valider empfangene Telegramme tel=0) oder mit (varec) größer als die Anzahl der Telegramme im backup (mehr Telegramme erfolgreich von der Partnerstation empfangen als gesendet), liegt ein Fehler vor.

#### 4.8.2 Wiederholungsprüfung

Als Wiederholungsprüfung wird die Entscheidung bezeichnet, ob nach Feststellung einer Störung innerhalb der Übertragung (dynamischer Fehler) ein wiederholtes Senden von der Partnerstation anzufordern ist (durch Senden von xREL) oder ob ein Neustart der Übertragung einzuleiten ist.

Eine Wiederholungsprüfung erfolgt nach jedem Inkrement von CIVSTA (vergl. Protokoll-Regeln, Abschn. 4.7.2).

Erreicht CIVSTA in einer Station seinen Maximalwert (vergl. Fehler CIVSTA Überlauf, Abschn. 4.8.1), wird dies als nicht korrigierbarer Fehler bewertet und es erfolgt ein Neustart der Übertragung.

Hat CIVSTA in einer Station seinen Maximalwert noch nicht erreicht, wird ein wiederholtes Senden von der Partnerstation angefordert.

Eine Wiederholungsprüfung erfolgt auch nach jedem Empfang eines

- durch interface-Fehler verfälschten Telegramms,
- durch Prüfsummen-Fehler verfälschten Telegramms,
- timeout im Paket,
- xREL

durch Referenzierung einer Semaphore.

Diese Semaphore dient zur Erkennung und zum Abbruch von fehlerhaften Endlosschleifen in der Übertragung (z. B. permanenter Prüfsummen-Fehler im wiederholten Telegramm) oder sehr häufig verfälschter Übertragung (z. B. Prüfsummen-Fehler nur in jedem original, also nicht wiederholt gesendeten Telegramm).

Die Semaphore, also ein Zähler der inkrementiert und

dekrementiert werden kann, existiert in jeder Station. Diese Semaphore wird beim Start der Station auf einen bestimmten Wert initialisiert (z. B. 21).

In der Wiederholungsprüfung wird die Semaphore n-mal (Dekrementalwert, z. B. zwei) dekrementiert. Erreicht sie dabei den Wert Null oder kleiner Null, wird dies als nicht korrigierbarer Fehler bewertet und es erfolgt ein Neustart der Übertragung. Erreicht sie dabei nicht den Wert Null oder kleiner Null, wird gemäß den Protokoll-Regeln reagiert, d. h. es erfolgt kein Neustart der Übertragung.

Nach jedem valide (unverfälscht) empfangenen Paket wird die Semaphore n-mal (Inkrementalwert, z. B. eins, muß kleiner sein als Dekrementalwert) inkrementiert, kann jedoch nicht größer werden als ihr Initialwert.

Die Dimensionierung des Maximalwertes von CIVSTA und der Semaphore bezüglich Initialwert, Inkrementalwert und Dekrementalwert ist frei definierbar und bestimmt durch die im Störfall erlaubte Anzahl von Telegramm-Wiederholungen den Zeitraum, für den eine gestörte Übertragung toleriert wird.

#### 4.8.3 Neustart der Übertragung

Als Neustart der Übertragung wird der Start einer Station nach einem dort festgestellten nicht korrigierbaren Fehler bezeichnet.

Der Start einer Station wurde bereits beschrieben. (Vergl. Initiierung der Übertragung, Abschn. 4.5) Wird beim Start (oder Neustart) einer Station innerhalb der Initialisierungsphase im master nach Senden von URINI ein IREN vom slave nicht rechtzeitig oder invalide (verfälscht) empfangen, kann die Übertragung nicht gestartet werden.

Der master sendet danach solange zyklisch URLIF, bis er von slave IALIF (z. B. nach Zuschalten der vorher unterbrochenen Übertragungsleitung) oder IRINI (nach Start des slave) empfängt.

Danach wird wieder die Initialisierung der Übertragung durchgeführt.

#### 5.0 Exemplarische Darstellung der Übertragung

Zur exemplarischen Darstellung der Übertragung ist in Fig. 3.1 bis 3.4 der zeitliche Ablauf einer Übertragung in vier Teilen eines Übertragungsdiagramms gezeigt. Eine ergänzende Legende ist in Fig. 2 enthalten.

Nachfolgend ist dieses Übertragungsdiagramm durch die Zuordnung der entsprechenden Regeln (vgl. Übertragungs-Regeln, Abschn. 4.7) schrittweise erläutert.

Dabei bedeutet "Zn" (Zeit n) die zeitliche Skalierung innerhalb der einzelnen Teile des Übertragungsdiagramms und "U" bzw. "I" die Namen der beteiligten Stationen. Für die Darstellung der Telegramme im backup stellt "xACKn" eine Kurzform dar für "xACK (varec)" mit  $n = (\text{varec})$ , also dem VAREC, der in das gesendete Telegramm xACK eingeschrieben wurde.

Datentelegramme sind nur innerhalb jedes Teils des Übertragungsdiagramms fortlaufend durchnummeriert ("UDn", "IDn").

#### 5.1 Übertragungsdiagramm Teil 1 (Fig. 3.1)

Alle Telegramme innerhalb dieses Teils werden valide empfangen.

Bei Z0 werden beide Stationen eingeschaltet. Dieser Erstanlauf bedeutet den Start beider Stationen. Gemäß PR 3 initiiert jede Station ihren Kontext (BR 1). Bei Z1

sendet Station U URINI und schreibt dieses Telegramm in sein backup (PR 5, BR 2). Station I zählt nach Empfang von URINI dieses Telegramm in VAREC (PR 6) und antwortet, da sie ein komplettes Paket empfangen hat, sofort mit IACK1 (bedeutet IACK (varec=1)) (PR 4), übernimmt es ins backup (BR 2, PR 5), löscht seinen VAREC (PR 4) und sendet bei Z3 IREN (vergl. Initiierung der Übertragung), welches auch in das backup übernommen wird (BR 2). Die beiden von I gesendeten Telegramme werden hier nicht innerhalb des gleichen Pakets gesendet, da zum Zeitpunkt des Sendens von IACK1 die Initiierung der datenverarbeitenden Funktionen (Einrichtungen) der Station I noch nicht abgeschlossen war, welche von diesen erst später der Übertragungseinrichtung signalisiert wurde.

Das in Station U empfangene IACK1 wird in VAREC gezählt (PR 6) und genau ein Telegramm (entsprechend varec=1 aus Telegramm IACK1) wird im backup gelöscht (PR 8, BR 3).

Das bei Z4 in Station U empfangene IREN wird in VAREC gezählt (PR 6) und löst aufgrund PR 4 das Senden von UACK (varec) (also UACK2) und das Löschen von VAREC aus. UACK2 wird in das backup übernommen (PR 5). Station U darf nur nach Empfang von IREN Datentelegramme senden, es liegen aber momentan keine vor.

Station U sendet nun UREN (vergl. Initiierung der Übertragung), das ebenfalls ins backup übernommen wird (PR 5). Beide Telegramme bilden hier jeweils ein eigenes paket, d. h. in beiden ist die Folgekennung gelöscht.

Bei Z5 löscht der Empfang von UACK2 in Station I zwei Telegramme aus dem backup (PR 8), nachdem dieses Telegramm in VAREC gezählt wurde (PR 6). Nach Empfang von UREN, in VAREC gezählt (PR 6), wird aufgrund von PR 4 ein IACK2 gesendet, das in das backup übernommen wird (PR 5).

Datentelegramme dürfen nach Empfang von UREN von Station I gesendet werden, es liegen aber momentan keine vor.

Bei Z7 wird IACK2 in Station U empfangen und in VAREC gezählt (PR 6). Es löscht zwei Telegramme aus dem backup (PR 8).

Nun ist die Initiierung abgeschlossen, beide Stationen dürfen Datentelegramme senden. Die Regeln aus PR 14 sind erfüllt.

Bei Z8 beginnen beide Stationen spontan Datentelegramme zu senden, wobei in Station I bei Z11 das Ende des empfangenen Pakets (Folgekennung) erkannt wird, so daß das nötige Telegramm IACK3 (PR 4) noch an das gesendete Paket (bestehend aus den Datentelegrammen ID1-ID4) angehängt werden kann.

Bei Z12 empfängt Station U das Ende dieses Pakets und antwortet seinerseits mit UACK6. In beiden Stationen können die empfangenen Datentelegramme noch nicht gespeichert werden, somit wird noch kein xREN gesendet (DR 1).

Die Regeln aus PR 14 sind erfüllt.

Aufgrund PR 7 wird CIVSTA immer auf dem Wert Null gehalten.

Aufgrund PR 12 ist der Merker WRR immer gelöscht.

#### 5.2 Übertragungsdiagramm Teil 2 (Fig. 3.2)

Da für eine längere Zeit in Station U kein Telegramm empfangen wurde, sendet Station U bei Z1 URLIF (vergl. lifeloop). Gleichzeitig konnten in Station I die zuletzt empfangenen Datentelegramme gespeichert

werden, so daß Station I nun IREN sendet (DR 2), welches aber in Station U verfälscht empfangen wird (PR 13). Station U inkrementiert CIVSTA, deaktiviert seinen Empfänger und startet sein delay.

In Station I wird bei Z2 URLIF valide empfangen und mit IACK2, IALIF in einem Paket beantwortet (PR 4), welches aber in Station U nicht empfangen wird.

Nach Ablauf seines delay bei Z6 sendet Station U UREL (PR 13), der Merker WRR wird gesetzt (PR 11). UREL wird nicht in das backup übernommen (PR 5).

Station I empfängt bei Z7 UREL (varec=0) (civtel=1). Es wird nicht in VAREC gezählt (PR 6). Da CIVSTA=0 und (civtel=1) ist, gilt PR 10.3 und BR 4. Alle Telegramme aus dem backup werden wegen (varec=0) wiederholt gesendet. VAREC wird beim wiederholten Senden von IACK2 nicht gelöscht (PR 4).

Während in Station U die wiederholt gesendeten Telegramme empfangen werden, sendet Station U bei Z8 spontan UREN, da die zuletzt empfangenen Datentelegramme nun gespeichert werden konnten (DR 2). Station I darf nun wieder Datentelegramme senden (DR 1). Aufgrund von PR 4 beantwortet Station I das empfangene Paket (mit dem alleinigen Telegramm UREN) mit IACK1, das in die gerade noch laufende Telegramm-Wiederholung als letztes Telegramm eingebettet wird.

Bei Z10 löscht Station U nach dem Empfang des Pakets seinen Merker WRR (PR 12) und quittiert den Empfang des Pakets durch Senden von UACK4. Als weiteres Paket sendet Station U daraufhin das Datentelegramm UD1 (DR 1), welches bei Z12 in Station I verfälscht empfangen wird (PR 13). CIVSTA in Station I wird inkrementiert.

Nach seinem delay setzt Station I seinen Merker WRR und sendet bei Z13 IREL (varec=1) (civtel=1), welches in Station U ebenfalls verfälscht empfangen wird. Station U inkrementiert seinen CIVSTA und startet sein delay, sendet bei Z15 UREL (varec=0) (civtel=1) und setzt seinen Merker WRR.

Bei Z16 empfängt Station I UREL (varec=0) (civtel=1) valide. Da CIVSTA=(civtel)=1 gilt PR 10.1. CIVSTA wird inkrementiert, da es vorher größer als Null war. Eine Telegramm-Wiederholung ist nicht möglich, da das backup in Station I leer ist. Ein IREL (varec=1) (civtel=2) wird gesendet. Der Merker WRR wird gesetzt (er war seit dem Senden von IREL bei Z13 schon gesetzt).

Bei Z17 empfängt Station U das Telegramm IREL (varec=1) (civtel=2). Da CIVSTA kleiner als (civtel) ist, gilt PR 10.3.

Da mit IREL ein komplettes Paket empfangen wurde, wird der Merker WRR gelöscht nach Anwendung der Regel PR 10.3 (PR 12).

CIVSTA wird gelöscht, alle Telegramme aus dem backup, aber nicht die ältesten (varec) Telegramme werden aus backup wiederholt gesendet, d. h. das von U bei Z10 original gesendete UACK4 wird nicht wiederholt gesendet, sondern nur das bei Z11 original gesendete UD1. Da der Merker WRR noch gesetzt ist (PR 12), muß auch ein UREL gesendet werden (PR 10.3).

Der Merker WRR wird jetzt nach erfolgter Anwendung von PR 10.3 gelöscht, infolge des Sendens von IREL bei Z18 gemäß PR 11 aber wieder gesetzt.

Es gilt die in PR 9 festgelegte Reihenfolge des Sendens, d. h. zuerst UD1, dann UREL. Beide gesendeten Telegramme bilden ein Paket.

Bei Z18 wird UD1 empfangen als nicht letztes Telegramm eines Paketes (PR 16), CIVSTA wird aufgrund PR 7 gelöscht.

Gemäß PR 4 muß der Empfang des kompletten Pakets durch Senden von IACK quittiert werden.

Bei Empfang von UREL (varec=0) (civtel=0) bei Z19 gilt Regel PR 10.1, da CIVSTA=(civtel)=0. Da CIVSTA schon Null ist, wird es nicht inkrementiert.

Aufgrund von PR 12 wird Merker WRR in Station I bei Z19 gelöscht.

Ein Senden aus dem backup erfolgt nicht, da das backup leer ist. Es wird kein IREL gesendet (PR 10.1). Jetzt wird als Quittierung IACK2 gesendet.

Da das empfangene UD1 sofort gespeichert werden konnte, wird innerhalb des Pakets sofort IREN gesendet.

Dieses Paket wird in Station U valide empfangen, Merker WRR wird gelöscht (PR 12) und bei Z21 der Empfang des Pakets durch Senden von UACK2 quittiert.

Die Regeln aus PR 14 sind erfüllt.

Beide Stationen haben ein xREN empfangen und dürfen Datentelegramme senden.

### 5.3 Übertragungsdiagramm Teil 3 (Fig. 3.3)

Beide Stationen senden drei Datentelegramme, wobei bei Z3 UD2 in Station I verfälscht empfangen wird (PR 13).

Während des delay in Station I kann Station I weiterhin Telegramme (z. B. ID2) senden.

Nach Ende des delay bei Z5 wird IREL (varec=2) (civtel=1) gesendet, und zwar eingebettet in das gerade noch laufende Senden der Datentelegramme (PR 1) gemäß PR 9.

Bei Z6 empfängt Station U dieses IREL (varec=2) (civtel=1) als nicht letztes Telegramm des Pakets (PR 10). Weil CIVSTA kleiner als (civtel) ist gilt PR 10.3. Merker WRR ist in Station U gesetzt.

Station U sendet wiederholt UD2 und UD3 aus dem backup. Den Empfang des kompletten Pakets quittiert Station U mittels Senden von UACK3, welches noch in das Paket mit den wiederholten Datentelegrammen aufgenommen werden kann, da der Empfang des Pakets von Station I früher beendet ist als das wiederholte Senden aus Station U. UACK3 wird gemäß PR 9 innerhalb des Pakets nach den Telegrammen aus dem backup eingebettet.

Bei Z9 hat Station I das komplette Paket empfangen und quittiert es durch Senden von IACK5.

bei Z10 sendet Station I nach Speichern der empfangenen Datentelegramme IREN, bei Z11 sendet Station U nach Speichern der empfangenen Datentelegramme UREN. Diese beiden Telegramme werden jeweils verfälscht empfangen, beide Stationen starten ihr delay.

Das delay in Station U ist früher beendet als das delay in Station I (vergl. Bemerkung zu PR 10.x).

UREL (varec=1) (civtel=1) kann in Station I nicht empfangen werden, da in Station I während des noch laufenden delay der Empfänger deaktiviert ist. Nach Ende des delay in Station I sendet Station I bei Z14 IREL (varec=0) (civtel=1), das in Station U verfälscht empfangen wird. Nach Ende des darauf folgenden delay sendet Station U bei Z16 UREL (varec=1) (civtel=2). Nach Ende der zeitweiligen Übertragungsstörung empfängt Station bei Z17 UREL (varec=1) (civtel=2). Da jetzt CIVSTA kleiner als (civtel) ist, gilt PR 10.3, CIVSTA wird gelöscht. Merker WRR ist gesetzt (PR 12). Nach dem nötigen wiederholten Senden von IREN aus dem backup wird im gleichen Paket ebenfalls IREL (varec=0) (civtel=0) gesendet (PR 10.3, PR 9).

Nach dem Empfang dieses Pakets bei Z11 in Station U (PR 15) gilt Regel PR 10.1. Station U sendet wiederholt UREN aus seinem backup und quittiert den Empfang des Pakets durch Senden von UACK2.

Nach dem Empfang dieses Pakets bei Z21 in Station I (PR 15) quittiert Station I den Empfang dieses Pakets durch Senden von IACK2.

Die Regeln aus PR 14 sind erfüllt.

Beide Stationen haben ein xREN empfangen und dürfen Datentelegramme senden.

#### 5.4 Übertragungsdiagramm Teil 4 (Fig. 3.4)

Alle Telegramme innerhalb dieses Teils werden valide empfangen.

Station I fordert ihre Initialisierung durch Senden von IRINI an. Die Ursache für diesen Initialisierungswunsch ist hier nicht dargestellt, sie ist im Start oder Neustart der Station begründet.

Station U beantwortet den Empfang von IRINI mit Senden von UACK2 und URINI (vergl. Initiierung der Übertragung).

Nach Empfang von URINI in Station I bei Z3 quittiert diese mit IACK2 und signalisiert durch Senden von IREN, daß sie wieder Datentelegramme empfangen kann.

Station U ihrerseits sendet nach Empfang dieses IREN bei Z6 die Quittierung UACK2 und ebenfalls UREN, um der Station I zu signalisieren, daß auch diese wieder Datentelegramme senden darf. Gleichzeitig liegen bei Z6 in U schon zwei Datentelegramme (UD1, UD2) zum Senden vor. Aufgrund PR 1 und PR 9 bilden alle diese zu sendenden Telegramme ein Paket, d. h. zuerst wird UACK gesendet als Quittierung für den Empfang des kompletten Pakets von Station I, dann UREN und UD1.

Vor Senden von UD2 hat U bei Z9 ein Datentelegramm ID1 empfangen, das spontan von Station I gesendet wurde. Da dieses Datentelegramm ID1 ein komplettes Paket darstellt, gilt bei dessen Empfang in Station U die Regel PR 16.

Da ID1 in Station U sofort gespeichert werden kann (DR 2), muß Station U ein UREN senden. Ebenfalls muß Station U ein UACK als Quittierung des Empfangs des kompletten Pakets (also wegen ID1) senden.

Diese noch zu sendenden Telegramme werden in das gerade gesendete Paket eingebettet, so daß gemäß PR 9 diese Telegramme in der Reihenfolge UACK1, UREN, UD2 gesendet werden.

Diese Übertragungsphase zeigt, daß ein Paket, und somit auch das backup, mehrere xREN und xACK enthalten kann.

Nach Empfang von UREN in Station I (nicht letztes Telegramm im empfangenen Paket) bei Z11 (PR 15, DR 1) sendet I spontan ein weiteres Datentelegramm ID2 bevor es das Ende des Empfangs des kompletten Pakets von U erkannt hat. Den kompletten Empfang des Pakets von Station U quittiert Station I durch Senden von IACK6 bei Z13. Da alle von Station U empfangenen Datentelegramme (UD1, UD2) zwischenzeitlich schon gespeichert werden konnten (PR 16, DR 2) sendet Station I das Telegramm IREN. Für die Reihenfolge des Sendens von IACK6 und IREN gilt die Regel PR 9, nicht aber für ID2, da das Senden dieses Telegramms schon durch den Empfang von UREN bei Z11 ausgelöst wurde und es zu Senden begonnen wurde vor Ende des Empfangs des kompletten Pakets von U.

Nach Empfang des kompletten Pakets in Station U

bei Z15 quittiert Station U mit UACK3.

Die Speicherung des Datentelegramms ID2 in Station U verzögert sich, so daß Station U das Telegramm UREN erst bei Z17 senden kann (PR 16, DR 2). Es stellt somit ein eigenes Paket dar.

Nach Empfang dieses Pakets in Station I bei Z18 quittiert Station I mit IACK2.

Die Regeln aus PR 14 sind erfüllt.

Beide Stationen haben ein xREN empfangen und dürfen Datentelegramme senden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Datentelegrammen zwischen zwei Stationen über eine Übertragungsstrecke mittels einer Übertragungseinrichtung, die für gleichzeitiges Senden und Empfangen in beiden Richtungen eingerichtet ist, wobei nach einer Übertragungsstörung mit Hilfe von Synchronisationstelegrammen eine folgerichtige Wiederaufnahme des Austauschs von Datentelegrammen sichergestellt wird, dadurch gekennzeichnet, daß für die Übertragung Pakete gebildet werden, die aus einem oder mehreren Telegrammen bestehen, wobei es sich um Datentelegramme, Synchronisationstelegramme oder um eine Folge von Daten- und Synchronisationstelegramme handeln kann und daß in ein Paket, dessen Sendung noch nicht abgeschlossen ist, Synchronisationstelegramme im Bedarfsfall eingefügt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Paketbildung mit Hilfe einer Folgekennung, die in den Telegrammen eines Pakets mit Ausnahme des letzten Telegramms des Pakets gesetzt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Initialisierung der Übertragung eine master-slave-Rollenverteilung zwischen den beiden Stationen eintritt, wobei die master-Station zunächst für die Ablaufsteuerung notwendige und gespeicherte Merker und Zähler in definierter Weise setzt und anschließend die slave-Station mit einem festgelegten Synchronisationstelegramm auffordert, ihrerseits mit einem Synchronisationstelegramm ihre Empfangsbereitschaft zu melden, worauf die slave-Station ebenfalls Merker und Zähler in einen festgelegten Zustand bringt und die Empfangsbereitschaft durch Sendung des angeforderten Synchronisationstelegramms bestätigt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Übertragungseinrichtung in Übertragungspausen mit definierter Mindestdauer eine master-slave-Rollenverteilung zwischen den beiden Stationen eintritt und die master-Station mit einem festgelegten Synchronisationstelegramm die slave-Station auffordert mit einem ebenfalls festgelegten Synchronisationstelegramm ihre Funktionsfähigkeit zu bestätigen.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Eintreffen eines Antwort-Synchronisationstelegramms innerhalb einer definierten Dauer in der master-Station überwacht und für eine definierte Fehlerbehandlung ausgewertet wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nachstehende Synchronisationstelegramme verwendet werden:

- a) Anforderung des Sendens weiterer Datentelegramme (UREN, IREN);
  - b) Anforderung des wiederholten Sendens der zuletzt gesendeten Telegramme (UREL, IREL); dieses Telegramm enthält Kennungen (VAREC, CIVTEL);
  - c) Aufforderung (URLIF) von Station U an Station I ein Lebenssignal (IALIF) zu senden;
  - d) Aufforderung (URINI) der Station U an Station I eine Initialisierung in Station I durchzuführen;
  - e) Anforderung (IRINI) eines Initialisierungstelegrammes (URINI) durch die Station I an Station U;
  - f) Quittierung (UACK, IACK) eines fehlerfrei und vollständig empfangenen Pakets; dieses Telegramm enthält eine Kennung (VAREC).
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß nachstehende stationstypische Merker und Zähler, die als Kontext einer Station bezeichnet sind, verwendet werden:
- a) ein Speicherbereich (backup) für gesendete Telegramme, der zur Telegrammwiederholung genutzt wird,
  - b) ein erster Zähler (VAREC) für die Anzahl der unverfälscht empfangenen Telegramme seit Senden des letzten Synchronisationstelegramms zur Quittierung (UACK, IACK),
  - c) ein zweiter Zähler (CIVSTA) für die Anzahl der verfälscht empfangenen Telegramme und
  - d) ein Merker (WRR), der angibt, ob nach dem Senden eines Anforderungstelegramms für wiederholtes Senden (UREL, IREL) der Empfang aller Telegramme, deren wiederholtes Senden angefordert wurde, abgeschlossen ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Übertragungsverfahren als Summe einzelner Regeln definiert ist, wobei definiert sind:
- a) Daten-Regeln für die Übertragung von Datentelegrammen,
  - b) backup-Regeln zur Steuerung der Speicherung von Telegrammen bis zum erfolgreichen Abschluß der Übertragung von Paketen, und
  - c) Protokoll-Regeln für die Abfolge von Daten und Synchronisationstelegrammen sowie für die Definition der Art der benutzten Synchronisationstelegramme und der in den Stationen gespeicherten, als Kontext bezeichneten Merker und Zähler.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Daten-Regeln definiert sind:
- a) Datentelegramme werden, sobald sie in einem Datensendepuffer vorliegen, erst dann gesendet, nachdem zuvor ein Synchronisationstelegramm (UREN, IREN) empfangen wurde. Alle Telegramme aus dem Datensendepuffer werden innerhalb eines Pakets gesendet.
  - b) Ein Synchronisationstelegramm (UREN, IREN) wird nach dem Empfang von Datentelegrammen in einem Datenempfangspuffer erst dann gesendet, wenn diese von den datentverarbeitenden Einrichtungen ausgelesen wurden;
  - c) bei störungsfreier Übertragung werden Datentelegramme (UD, ID) und Synchronisationstelegramme (UREN, IREN, UACK, IACK, URLIF, IALIF) ausgetauscht.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß als backup-Regeln definiert sind:

- a) der Speicherbereich (backup) wird beim Start einer Station (U, I) als leer initialisiert;
- b) jedes original (d. h. nicht wiederholt) zu sendende Datentelegramm (UD, ID) und Synchronisationstelegramme (UACK, IACK, UREN, IREN, URLIF, IALIF, IRINI, URINI), mit Ausnahme der Wiederholungs-Anforderungstelegramme (UREL, IREL), wird in den Speicherbereich übernommen und dabei an das aktuelle Ende des Speicherbereichs (backup) plazierte; eine Folgekennung oder Prüfsumme wird nicht in den Speicherbereich (backup) übernommen;
- c) nach Empfang eines Quittierungstelegramms (UACK, IACK) mit dem Wert (varec) des ersten Zählers (VAREC) der Partnerstation als Kennung, werden die, bezüglich ihrer Anzahl dem Wert (varec) entsprechenden, "ältesten" Telegramme aus dem Speicherbereich (backup) gelöscht;
- d) nach Empfang eines Wiederholungs-Anforderungstelegramms (UREL, IREL) mit Kennungen (varec, civtel) wird nur dann wiederholt gesendet, wenn die Anzahl der Telegramme im Speicherbereich größer ist als der Wert (varec) des ersten Zählers (VAREC), der als Kennung im Wiederholungs-Anforderungstelegramm (UREL, IREL) enthalten ist, wobei, bis auf die ältesten Telegramme in der Anzahl entsprechend dem Wert (varec), alle Telegramme, auch zwischenzeitlich neu in den Speicherbereich (backup) aufgenommene Telegramme wiederholt gesendet werden; kein Telegramm wird dabei gelöscht;
- e) ein Empfang von Datentelegramm-Anforderungstelegrammen (UREN, IREN), Initialisierungstelegrammen (URINI, IRINI) und Lebenssignaltelegramme (URLIF, IALIF) sowie von Datentelegrammen (UD, ID) bewirkt keine Änderung im Speicherbereich (backup).

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Protokoll-Regeln definiert sind:

- a) Datentelegramme (UD, ID) und Synchronisationstelegramme (UREN, IREN, UACK, IACK, URLIF, IALIF, UREL, IREL) können innerhalb eines Pakets gemischt auftreten;
- b) ein Synchronisationstelegramm zur Quittierung (UACK, IACK) dient nur zur Steuerung des Löschsens des Speicherbereichs (backup);
- c) zur Initiierung des stationseigenen Kontexts nach einem Start der Stationen werden Zähler (VAREC, CIVSTA), Speicherbereich (backup) und Merker (WRR) zu Null gesetzt;
- d) ein originales Quittierungstelegramm (UACK, IACK), das den Wert (varec) des ersten Zählers (VAREC) enthält, wird sofort nach fehlerfrei empfangenem Paket gesendet, wenn das Paket andere Telegramme als Quittierungstelegramme (UACK, IACK) oder Anforderungstelegramme (UREL, IREL) zur Wiederholung enthält; nach dem Senden eines solchen originalen Quittierungstelegramms (UACK, IACK) wird der erste Zähler (VAREC) auf Null gesetzt; nach dem Senden eines

Quittierungstelegramms (UACK, IACK) aus dem Speicherbereich (backup) wird der erste Zähler (VAREC) nicht auf Null gesetzt.

e) Jedes original gesendete Telegramm, außer einem Anforderungstelegramm (UREL, IREL) zur Wiederholung, wird in den Speicherbereich (backup) geschrieben;

f) jedes fehlerfrei (valide) empfangene Telegramm, außer einem Anforderungstelegramm (UREL, IREL) zur Wiederholung, wird mit dem ersten Zähler (VAREC) gezählt;

g) nach jedem fehlerfrei (valide) empfangenen Telegramm, außer einem Anforderungstelegramm (UREL, IREL) zur Wiederholung, wird der zweite Zähler (CIVSTA) auf Null gesetzt;

h) nach Empfang eines Quittierungstelegramms (UACK, IACK) mit dem Wert (varec) des ersten Zählers (VAREC) der Partnerstation als Kennung, wird sofort, ohne auf das Ende des Pakets zu warten, eine Anzahl Telegramme, die dem Wert (varec) des ersten Zählers (VAREC) entspricht, aus dem Speicherbereich (backup) gelöscht;

i) falls mehrere Typen von Telegrammen konkurrierend gleichzeitig zum Senden anstehen, gilt folgende Reihenfolge:

1. Telegramme aus dem Speicherbereich (backup) und zwar in der gespeicherten Reihenfolge,

2. originale Quittierungstelegramme (UACK, IACK),

3. originale Datentelegramm-Anforderungstelegramme (UREN, IREN),

4. originale Wiederholungs-Anforderungstelegramme (UREL, IREL),

5. originale Lebenssignal-Anforderungstelegramme (URLIF, IALIF),

6. originale Initialisierungstelegramm-Anforderungstelegramme (IRINI) und Initialisierungstelegramme (URINI),

7. originale Datentelegramme (UD, ID);

k) nach Empfang eines Wiederholungs-Anforderungstelegramms (UREL, IREL) mit einer Kennung (varec, civtel) wird nach gesonderten Regeln eine Telegramm-Wiederholung veranlaßt;

l) nach jedem Senden eines Wiederholungs-Anforderungstelegramms (UREL, IREL) mit einer Kennung (varec, civtel) wird der Merker (WRR) gesetzt, der nach jedem Empfang eines kompletten Pakets auf Null gesetzt wird;

m) nach Empfang eines gestörten Telegramms, wobei für den aufgetretenen Störungstyp eine Telegrammwiederholung vorgesehen ist, wird der zweite Zähler (CIVSTA) inkrementiert, der Empfänger deaktiviert und eine Verzögerungszeit (delay) gestartet; nach Ablauf der Verzögerungszeit (delay) wird ein Wiederholungs-Anforderungstelegramm (UREL, IREL) mit Kennung (varec, civtel) gesendet und danach der Empfänger wieder aktiviert;

n) wird in einem Paket ein Datentelegramm-Anforderungstelegramm (UREN, IREN) empfangen, können wieder Datentelegramme (UD, ID) aus dem Datensendepuffer gesendet werden, ohne auf das Ende des Empfangs des kompletten Pakets zu warten;

o) wird in einem Paket ein Datentelegramm

(UD, ID) empfangen, wird erst auf das Ende des Pakets gewartet, um einen kompletten Datensatz zu empfangen und um diesen durch Eintragen in den Datenempfangspuffer komplett an die datenverarbeitende Einrichtung der Station (U, I) weiterzugeben.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als gesonderte Regeln zur Veranlassung einer Telegrammwiederholung (vergl. Anspruch 11, k) nachstehende Regeln definiert sind, gemäß denen nach Empfang eines Wiederholungs-Anforderungstelegramms (UREL, IREL) mit einer Kennung (CIVTEL) eine Telegrammwiederholung gemäß den Backup-Regeln veranlaßt wird und

a) wenn der zweite Zähler (CIVSTA) gleich der Kennung (CIVTEL) ist und falls der zweite Zähler (CIVSTA) nicht Null ist, wird der zweite Zähler (CIVSTA) vor der Telegrammwiederholung inkrementiert und nach der Telegrammwiederholung ein Anforderungstelegramm (UREL, IREL) gesendet;

b) wenn der zweite Zähler (CIVSTA) größer ist als die Kennung (CIVTEL) wird nach der Telegrammwiederholung ein Anforderungstelegramm (UREL, IREL) gesendet;

c) wenn der zweite Zähler (CIVSTA) kleiner ist als die Kennung (CIVTEL), wird vor der Telegrammwiederholung der zweite Zähler (CIVSTA) gelöscht und falls der Merker (WRR) gleich 1 ist, wird nach der Telegrammwiederholung ein Anforderungstelegramm (UREL, IREL) gesendet.

---

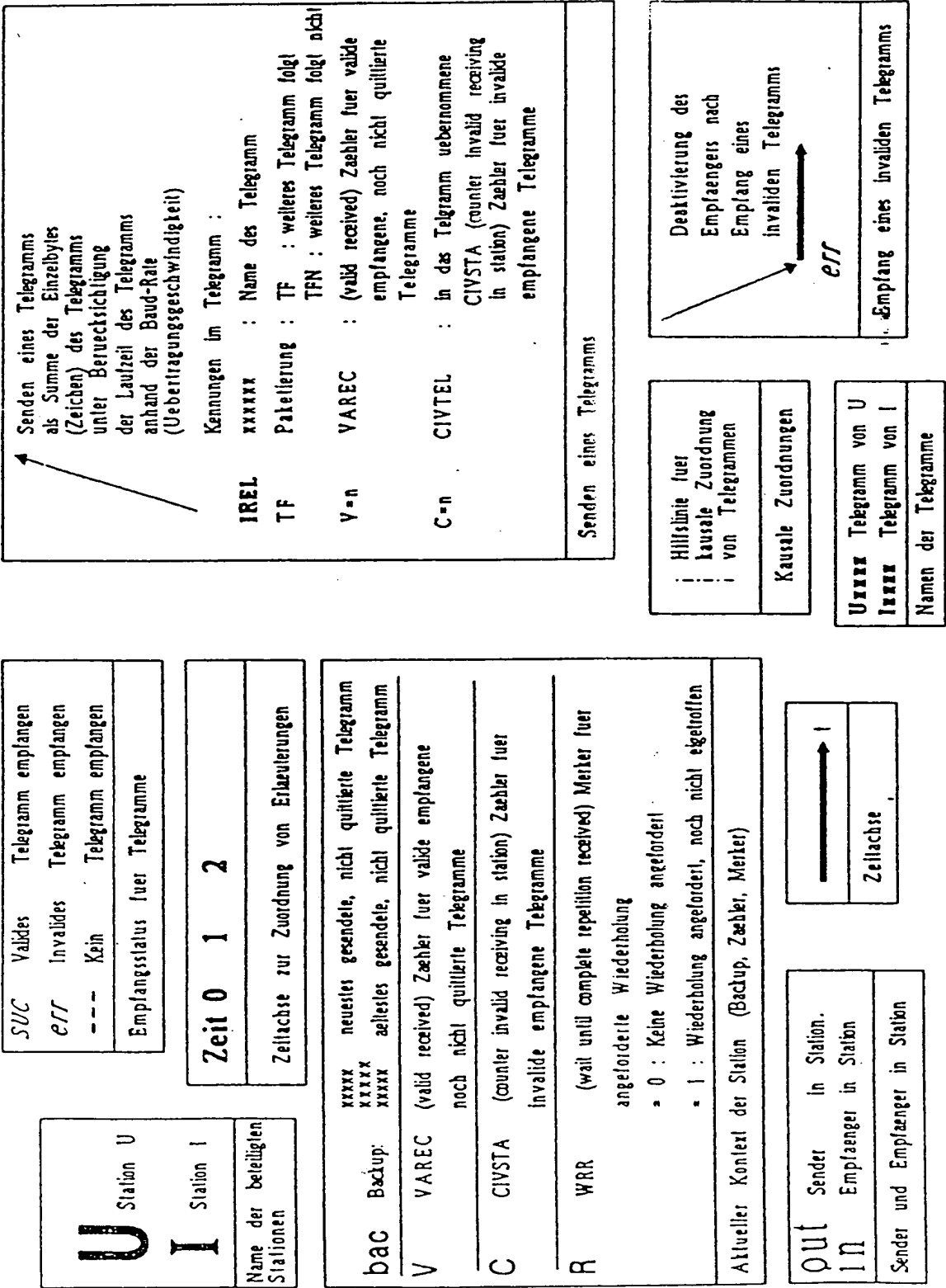
Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---



1111

Fig 2





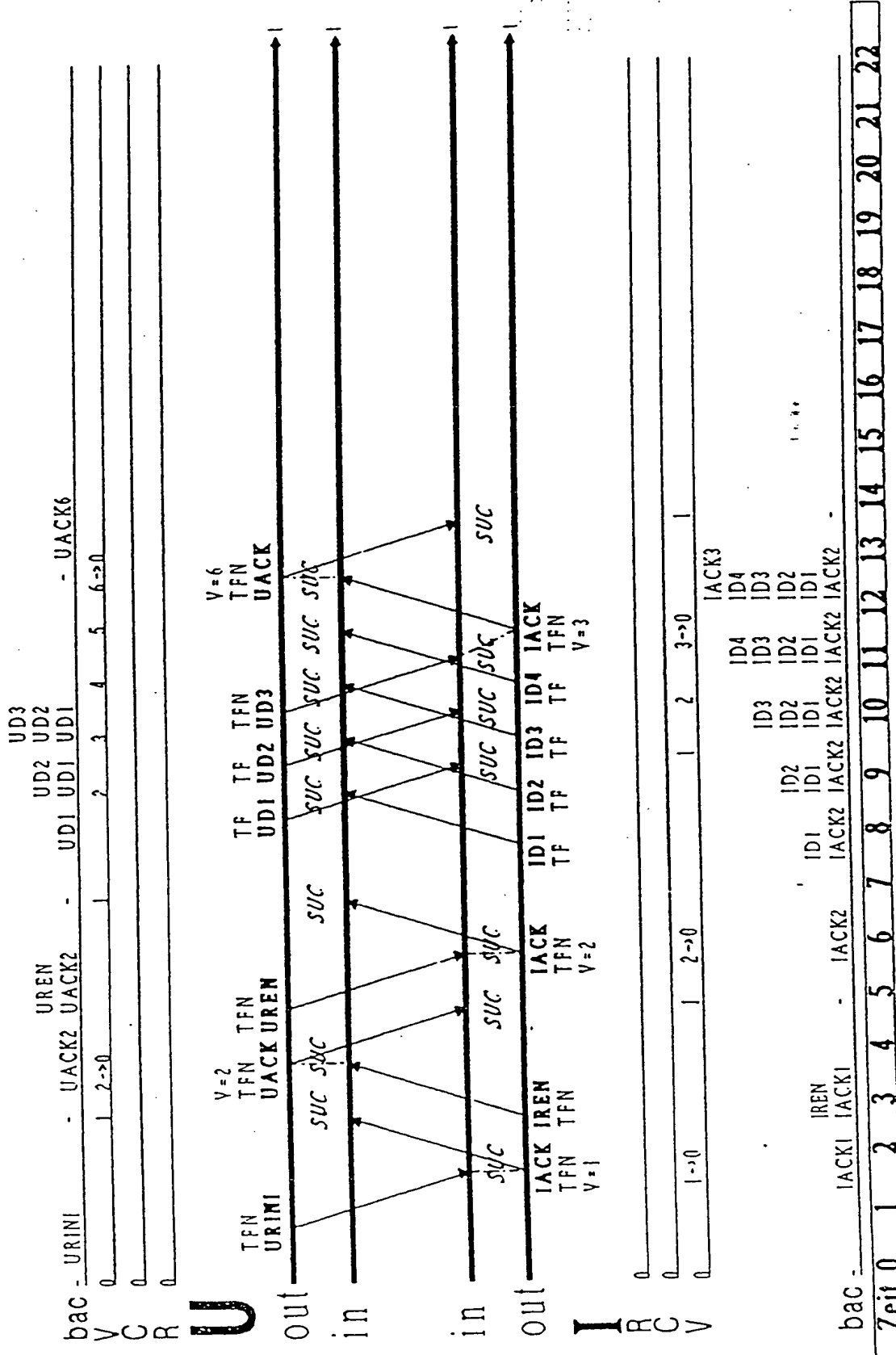
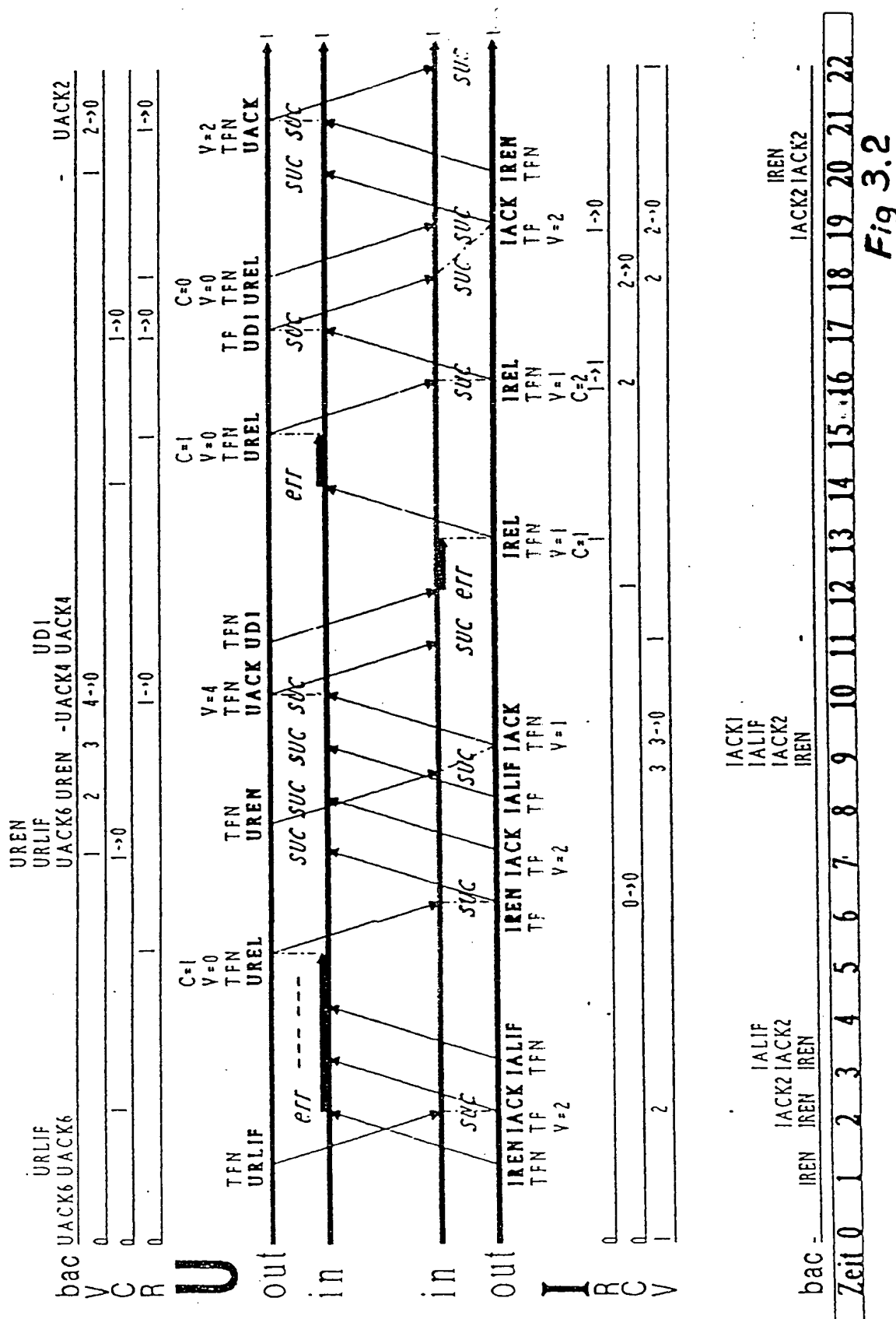
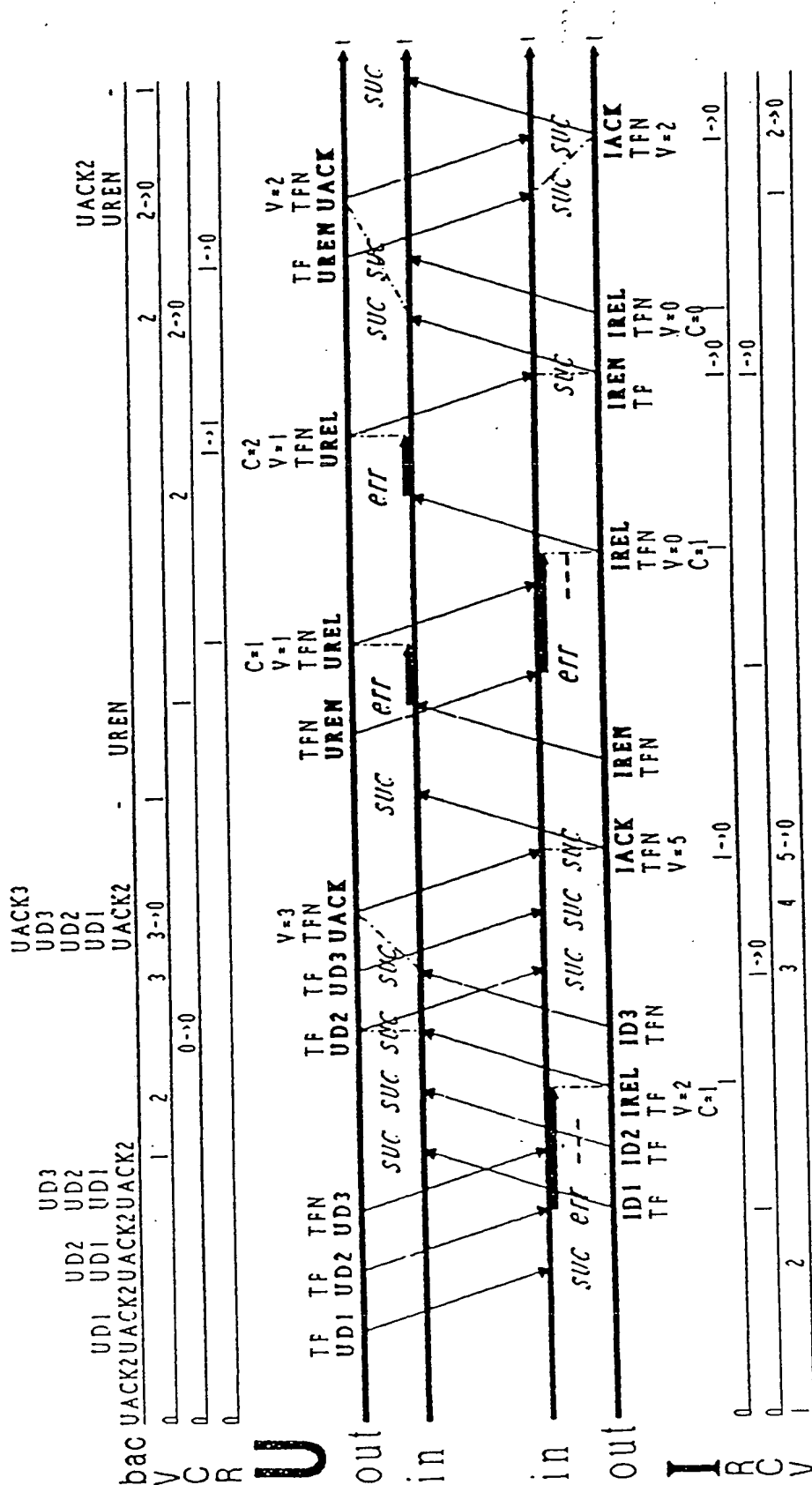


Fig 3.1





**Fig 3.3**

ID3		ID2		ID1		- IACK5		IREN		- IACK2													
ID3	ID2	ID1	ID2	ID1	ID1	ID1	ID1	IACK5	IACK5	IREN	IACK2												
7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

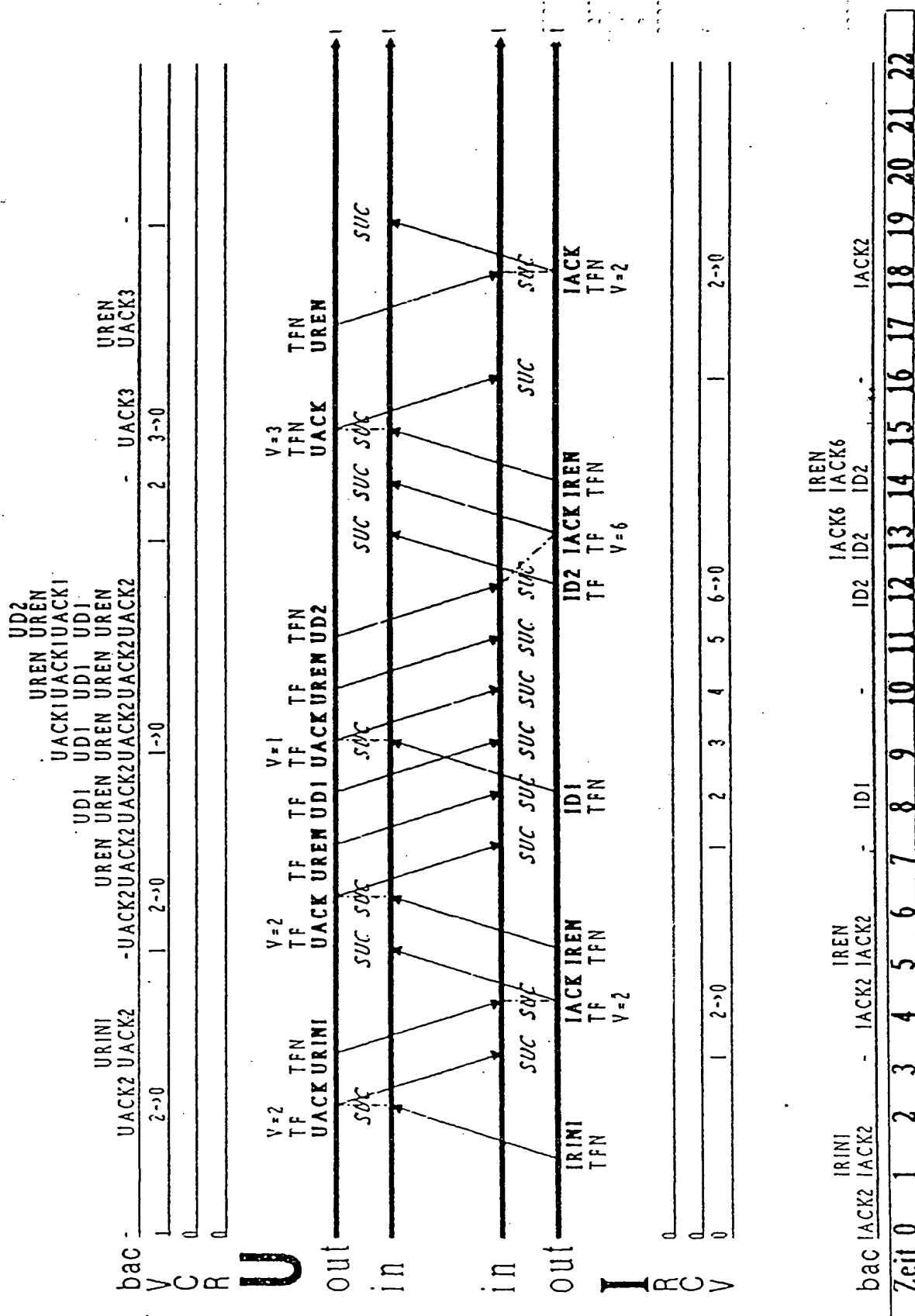
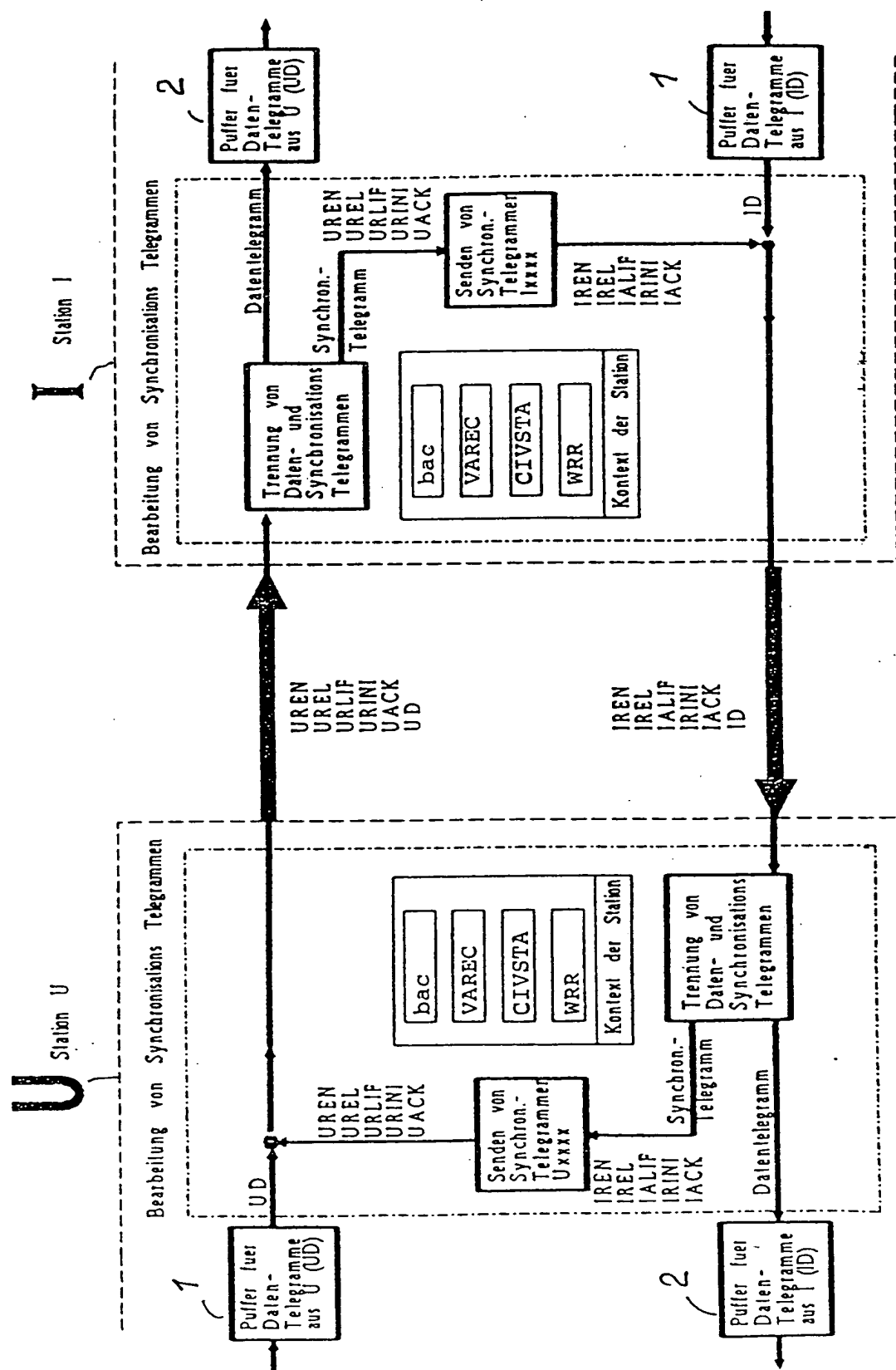


Fig 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**